

Tavole tattili interattive con audioguida: una sperimentazione del progetto "Over the View" per l'accessibilità museale

Gavino Paddeu
 Andrea Ferrero
 Andrea Mameli
 Francesca Mura
 Antonio Pintori

CRS4 – Centro di Ricerca, Sviluppo e Studi Superiori in Sardegna, Parco Scientifico e Tecnologico POLARIS, Località Pixina Manna. I-09050 Pula (CA). E-mail: gavino.paddeu@crs4.it; andrea.ferrero@crs4.it; andrea.mameli@crs4.it; francesca.mura@crs4.it; antonio.pintori@crs4.it

RIASSUNTO

In questo lavoro viene descritto il processo di realizzazione di tavole tattili interattive con audioguida che può essere applicato a diverse tipologie di contenuti, didattici, culturali o scientifici, e che offre una modalità di accesso per le persone con disabilità sensoriale ai percorsi all'interno di musei storici o scientifici. Nell'articolo viene descritta l'applicazione ai retabli conservati nella Pinacoteca Nazionale di Cagliari.

Questa attività è uno dei risultati del progetto "Over the View: verso la progettazione universale per una cultura accessibile" che prevede infatti lo studio delle tecnologie esistenti e la loro integrazione per migliorare e rendere piacevole ed educativa l'esperienza di una visita presso un'esposizione museale per le persone con disabilità sensoriale.

Parole chiave:

progettazione universale, accessibilità, museo.

ABSTRACT

Interactive tactile tables with audio guide: an experimentation of the "Over the View" project for museum accessibility

This work describes the process of creating interactive tactile tables with audio guidance that can be applied to different types of content, educational, cultural or scientific and that offers a mode of access for people with sensory disabilities to the paths within historical or scientific museums. The paper describes the application to the altarpieces kept in the National Picture Gallery of Cagliari.

This work describes in detail the process of realization interactive tactile tables with audio guides relating to three altarpieces kept in the National Art Gallery of Cagliari. This activity is one of the results of the "Over the View: towards universal design for an accessible culture" project which in fact provides for the study of existing technologies and their integration to improve and make the experience of a visit to a museum exhibition for people with sensory disabilities.

Key words:

Design for All, accessibility, museum.

INTRODUZIONE

In un precedente lavoro è stato descritto il progetto "Over the View" nel suo complesso (Paddeu et al., 2020), progetto che, mettendo al centro dell'attenzione le persone con disabilità sensoriale, vuole puntare sull'introduzione del paradigma della progettazione universale come punto di partenza nell'ideazione di percorsi museali accessibili.

Nel presente lavoro vogliamo invece descrivere nel dettaglio lo scenario relativo alle tavole tattili interattive con audioguida, evidenziando gli avanzamenti rispetto al precedente lavoro.

Tradizionalmente il tatto è sempre stato considerato il senso principe per i disabili visivi per la conoscenza degli oggetti, delle cose, un modo però purtroppo non adatto a "vedere" la bellezza delle opere d'arte perché nei musei, fino a non tanto tempo fa, si poteva solo guardare ma non toccare. I musei, infatti, nascono per conservare e proteggere l'arte e perciò toccarla poteva in un certo modo rovinarla e, a seconda dei casi, anche distruggerla e addirittura, secondo qualcuno, renderla impura. Dalla nostra esperienza, negli ultimi anni, questa visione di museo, che escludeva i disabili visivi dalla fruizione dell'arte e quindi della cultura, è stata

fortunatamente superata anche perché ci si è resi conto che una esperienza tattile poteva essere molto arricchente anche per le persone vedenti e non solo per quelle cieche e ipovedenti. Inoltre sovente vengono realizzati, con l'aiuto delle nuove tecnologie, percorsi interattivi e immersivi che però spesso non sono pensati per tutte le categorie di visitatori. Anche per quanto riguarda la sordità, di cui si parla poco, e di ciò che può significare durante una visita a un museo, perché è il senso della vista che viene considerato il più importante in queste occasioni, mancano spesso le applicazioni adeguate: le persone sorde non hanno infatti accesso alle audioguide, non possono usufruire di visite guidate (se non specifiche nella lingua dei segni), non possono fruire di apparati multimediali che, oltre alle immagini, offrono anche contenuti via audio (Miglietta, 2017), pertanto sono anch'esse emarginate in una tradizionale visita museale.

Nel precedente lavoro prima citato (Paddeu et al., 2020) abbiamo messo in evidenza come le audioguide migliorino l'esperienza museale per tutti (Martins, 2012), e come l'aiuto tecnologico per la produzione di stampe 3D risulti adatto per la produzione di copie di oggetti che altrimenti, per via delle dimensioni o del valore, non potrebbero essere apprezzate con l'esplorazione tattile (D'Agnano et al., 2015).

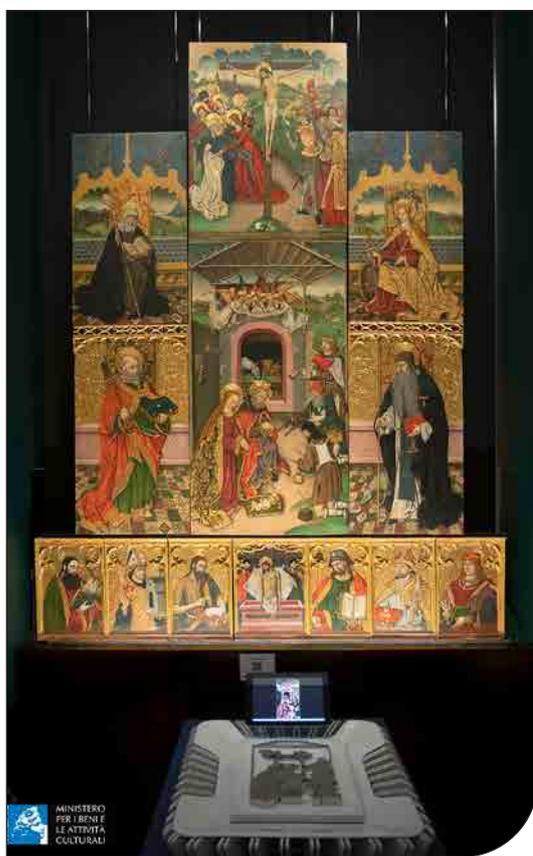


Fig. 1. Aptica, la base espositiva.

Per un pubblico speciale, come quello formato da bambini, anziani, persone non vedenti o ipovedenti, si è dimostrato che offrire forme di esperienza multisensoriali e innovative comporta un significativo miglioramento per l'accessibilità del patrimonio culturale, e la produzione additiva come la stampa 3D ben si sposa con questa opportunità, soprattutto quando accompagnata da esperienze sinestetiche che coinvolgono più sensi contemporaneamente (Neumüller et al., 2014).

GUIDA INTERATTIVA AUDIO-TESTUALE CON TAVOLA TATTILE DOTATA DI SENSORI

Descrizione del sistema Aptica

Il sistema è costituito da una base d'appoggio per le tavole tattili contenente l'hardware necessario e da un insieme di tre tavole dotate di sensori, appositamente realizzate.

La base (fig.1), denominata Aptica, è stata progettata per rappresentare un oggetto che concettualmente ricorda una cornice che ospita al suo interno una tavola tattile. La forma leggermente concava invita l'utente non vedente a far scivolare le mani verso l'interno, dove trova appunto alloggio la tavola tattile.

La base contiene al suo interno tutta la strumentazione hardware e software per il suo funzionamento (fig. 2): un computer, una scheda a microcontrollore per la gestione dei sensori, un microfono, casse acustiche, un lettore RFID (Radio-frequency identification) per il riconoscimento delle tavole. A essa è integrato un monitor per la visione di immagini e testi.

Al fine di consentire anche alle persone sorde di poter esplorare le tavole, sono mostrate sul monitor integrato, insieme alla raffigurazione, le descrizioni delle opere; i testi presentati nel video sono ottimizzati per le persone sorde poiché queste comprendono nella lettura un lessico meno ricco e sintatticamente più semplice.

Funzionamento

L'utente colloca una tavola tattile sulla base. Il design è stato studiato per semplificare l'operazione anche per persone non vedenti, che vengono indirizzate verso il centro della base; alcuni magneti presenti sia sulla tavola che sulla base permettono il corretto posizionamento.

Un tag RFID applicato sul retro della tavola viene letto dal lettore RFID posizionato all'interno del vano tecnico della base (fig. 3). In tal modo il sistema è in grado di riconoscere quale tavola sia stata correttamente appoggiata: una voce sintetica inizia a illustrare il contenuto della tavola e contemporaneamente l'immagine dell'opera d'arte viene

mostrata nel monitor, insieme al testo scorrevole della descrizione.

L'utente che si avvia all'esplorazione tattile viene a contatto con il primo elemento della base espositiva, il bordo della cornice, e, attraverso un perimetro frammentato composto da lamelle orientate, viene indirizzato verso la parte centrale.

Successivamente, l'utente/visitatore che esplora incontra il secondo elemento: una superficie liscia che, grazie alla concavità, conduce le mani verso la tavola tattile.

La voce sintetica invita l'utente a toccare le varie figure rappresentate sulla tavola. Attraverso il sistema di sensori tattili associati a ciascuna figura e collegati alla scheda a microcontrollore, il computer riceve l'informazione su quale porzione della tavola sia stata toccata. La voce sintetica descrive pertanto i dettagli della figura sotto esame.

Un sensore ulteriore è posto sulla base di appoggio delle tavole, nella parte più vicina all'utente. L'attivazione di tale sensore, con un semplice tocco, permette l'accensione (accompagnata da un segnale acustico) di un microfono che consente all'utente di formulare una domanda in linguaggio naturale parlato (in italiano). Il software installato nel computer, contenuto anch'esso all'interno del vano tecnico della base, elabora la domanda individuando le pa-

role chiave che ne costituiscono il senso, e restituisce una risposta attinente alla domanda posta, sia con voce sintetizzata sia in modalità testuale sullo schermo del monitor.

A tal proposito si precisa che i testi sono stati elaborati in due diverse versioni: una estesa e una, più sintetica, curata da esperti nella Lingua Italiana dei Segni (LIS). Infatti, per la visita autonoma, la persona sorda ha bisogno dei testi che spiegano i reperti in pannelli, schede e didascalie o di testi inseriti in filmati, come sottotitoli (Hooper-Greenhill, 1994). Spesso, però, i sordi segnanti hanno difficoltà nel gestire la lingua italiana, che per essi rappresenta una sorta di seconda lingua, di conseguenza gli aspetti lessicali e sintattici dei testi devono essere particolarmente curati (Miglietta A., 2017).

L'audioguida interattiva al termine di ogni descrizione (scritta o pronunciata) fornisce dei suggerimenti su quali ulteriori domande porre, in modo da invogliare l'utente a soddisfare un maggior numero di curiosità e a continuare la sua esperienza di interazione.

Scelta di tre tavole su cui impostare la sperimentazione

La Pinacoteca Nazionale di Cagliari, afferente alla Direzione Regionale Musei Sardegna, conserva una

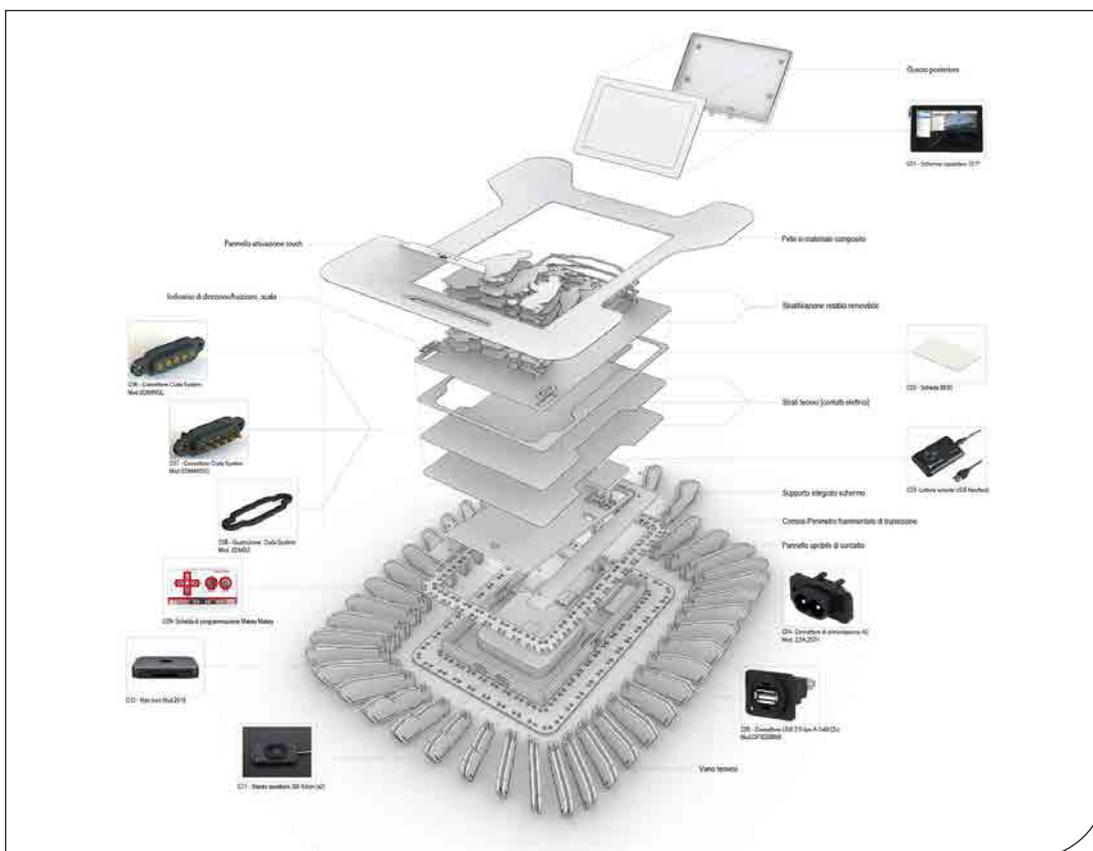


Fig. 2. Base contenente la strumentazione hardware e software.

ricca collezione pittorica costituita inizialmente nel XIX secolo, a seguito della soppressione degli enti ecclesiastici nel 1866 e della distruzione nel 1875 della chiesa cagliaritana di San Francesco di Stampace, quando confluirono nel patrimonio dello Stato numerosi dipinti. Le opere rappresentano perciò prevalentemente scene del Nuovo Testamento o spaccati di vita di santi. Sono pertanto caratterizzate da una simbologia religiosa che ne impregna le rappresentazioni. Forma, colore e significato religioso sono dunque gli elementi caratterizzanti le opere che devono essere considerati nell'affrontare la delicata trasformazione da dipinti a tavole tattili. Il modello presentato si presta a essere replicato anche in altri campi, non solo in quello storico come mostrato in questo lavoro, ma anche in ambito scientifico. Sono stati realizzati col medesimo sistema, nell'ambito del progetto, plastici interattivi che riproducono in scala aree archeologiche della Sardegna. Mentre scriviamo sono, inoltre, allo studio realizzazioni di analoghe applicazioni interattive per un museo dell'astronomia e per una mostra di architettura. È allo studio anche la realizzazione di un plastico 3D interattivo per la riproduzione delle variazioni di temperatura caratteristiche delle Isole Svalbard, un arcipelago del Mare Glaciale Artico posto a circa 500 km a nord della costa norvegese, da inserirsi all'interno di una mostra relativa alle regioni polari. L'attività viene svolta di concerto tra informatici, esperti di storia dell'arte, educatori museali, e ricercatori scientifici nei campi coinvolti. Il necessario processo di trasformazione dall'immagine originale alla tavola tattile deve infatti prevedere una semplificazione dei dettagli al fine di rendere sensibili al tatto gli elementi importanti e caratterizzanti delle opere ed eliminare così il "rumore" che disturberebbe la percezione degli elementi più significativi. Tuttavia,



Fig. 3. Posizione del lettore RFID per il riconoscimento delle tavole tattili (per gentile concessione di ALO s.r.l.).

in questa semplificazione occorre prestare attenzione a non eliminare particolari che possano essere importanti per il significato che rappresentano.

Nel caso in esame, per la realizzazione delle tavole tattili interattive sono state considerate tre differenti opere pittoriche appartenenti alla collezione dei retable della Pinacoteca Nazionale di Cagliari rappresentanti scene tra le più note della vita di Maria come descritta nei Vangeli e ampiamente rappresentate nell'iconografia cristiana: l'Adorazione dei pastori, tavola centrale del Retablo del Presepio, le tavole centrali dei retable della Visitazione e dell'Annunciazione, nelle opere rispettivamente del Maestro del Presepio, di Joan Mates e di Joan Barcelo (fig. 4). Sono state scelte tre opere le cui tavole tattili mostrano delle difficoltà differenti nella possibilità che offrono di riconoscimento tattile da parte delle persone non vedenti. L'Adorazione dei pastori rappresenta una scena della natività nota a tutti, ma con una propria disposizione delle figure (in questa rappresentazione tre pastori sono raffigurati su tre piani diversi). L'Annunciazione rappresenta una scena più semplice, con pochi elementi significativi in una classica rappresentazione con l'arcangelo a sinistra e Maria alla destra. Infine la Visitazione (l'incontro tra Maria ed Elisabetta) è la scena meno nota tra le tre proposte e anche rappresentata nell'iconografia cattolica con più variabilità e pertanto più difficile da interpretare con la lettura tattile.

Progettazione

Le opere prescelte sono accomunate dalla presenza di alcune figure umane principali e di figure in secondo piano come edifici e paesaggi, con importanti dettagli iconografici relativi alla corrente pittorica. Poiché anche per i non vedenti la conoscenza della pittura passa attraverso la comprensione della forma, della composizione e dello spazio prospettico (Secchi L., 2010), una delle prime fasi di progettazione delle tavole è stata quella di valutare quantitativamente e qualitativamente i dettagli che le persone non vedenti potessero percepire durante l'esplorazione tattile.

Si è valutato e deciso di assegnare a ogni figura presente in ciascuna opera un bordo liscio, senza alcuna asperità che potesse arrecare fastidio durante il passaggio delle mani, con uno spessore (livello) concorde alla visione prospettica interpretata.

Le figure sono state estratte, tramite un software di modellazione 3D, dalle immagini alla più alta definizione disponibile, semplificate attraverso i bordi arrotondati e la concezione delle figure come unico "pezzo": ad esempio, se si considera uno dei personaggi principali come Maria nell'Adorazione dei pastori, si nota come la sua figura comprenda varie parti importanti, anche relative all'iconografia religiosa interpretata dalla corrente pittorica fiamminga. Affiorano molti particolari quali la forma dell'aureola,

i capelli, la gestualità, la forma della veste, la presenza di Gesù Bambino nella parte inferiore.

Risulterebbe ovviamente complesso, per una persona minorata della vista, comprendere tutti questi particolari, considerando il fatto che le figure sono molteplici; pertanto si è proceduto con la modellazione di figure aventi una forma che fosse adatta all'esplorazione tattile per persone con disabilità visiva.

A differenza del prototipo iniziale descritto nel precedente lavoro (Paddeu et al., 2020) in cui le tavole tattili erano realizzate in PLA (acido polilattico per stampanti 3D), in questa nuova versione è stato seguito il procedimento di seguito illustrato. La tavola tattile interattiva è stata progettata e realizzata secondo le seguenti fasi:

- a. modellazione 3D parametrica a partire da profili primari estratti dalle immagini reali che rappresentano le tavole principali dei tre retabli, appartenenti alla collezione della Pinacoteca Nazionale di Cagliari;
- b. realizzazione delle figure presenti su ogni tavola tramite stratificazione di pannello di fibra di media densità (Medium-density fibreboard, MDF) da 2,5 mm, ogni figura ha un differente spessore, dato dalla somma dei vari strati, che rappresenta la prospettiva desunta dall'opera d'arte;
- c. realizzazione di uno strato conduttivo per ogni profilo rappresentante una figura all'interno delle opere, da collocare sulla superficie tattile, caratterizzato dalla presenza di piste conduttive con cavità integrate per i cablaggi necessari (fig. 5); tali piste hanno uno sviluppo tale da occupare quasi la totalità della superficie delle figure, garantendo

la conduttività di tutte le superfici che caratterizzano ogni singola opera;

- d. fissaggio delle varie figure, che compongono l'opera, sulla superficie di una tavola.

Nella parte retrostante di ciascuna tavola sono stati integrati: dei connettori elettrici specifici con contatto a molla ciascuno connesso con una figura tattile in superficie; una card RFID per permettere al sistema dell'audioguida interattiva di riconoscere quale tavola sia stata posizionata sulla base; dei magneti al neodimio per semplificare il fissaggio sulla base espositiva.

La caratteristica principale dei prototipi presentati in questo lavoro è la possibilità di utilizzare un sistema software che implementa un motore conversazione capace di sfruttare il linguaggio naturale per comprendere le domande poste dall'utente, in congiunzione con modelli stampati in 3D esplorabili con le mani.

Il sistema software integrato con i modelli 3D unisce suono, visione e tattilità basandosi sui principi del Design for All e garantisce all'utente che si accinge all'esplorazione tattile della tavola interattiva un'interazione in tempo reale (fig. 6), fornendo le risposte sia in forma scritta sia in forma orale con voce sintetizzata.

Essendo principalmente rivolto alle persone ipovedenti, cieche e alle persone sorde è stato previsto sia un contenuto audio sia un contenuto scritto presentato come sottotitoli su un monitor. Lo sviluppo del sistema software è basato su tecnologie web/javascript e si appoggia su un server di ricerca con capacità full text (Banon, 2013); fa inoltre uso della



Fig. 4. Tavole centrali dell'Adorazione dei pastori, Visitazione e Annunciazione della collezione dei retabli esposti nella Pinacoteca Nazionale di Cagliari.

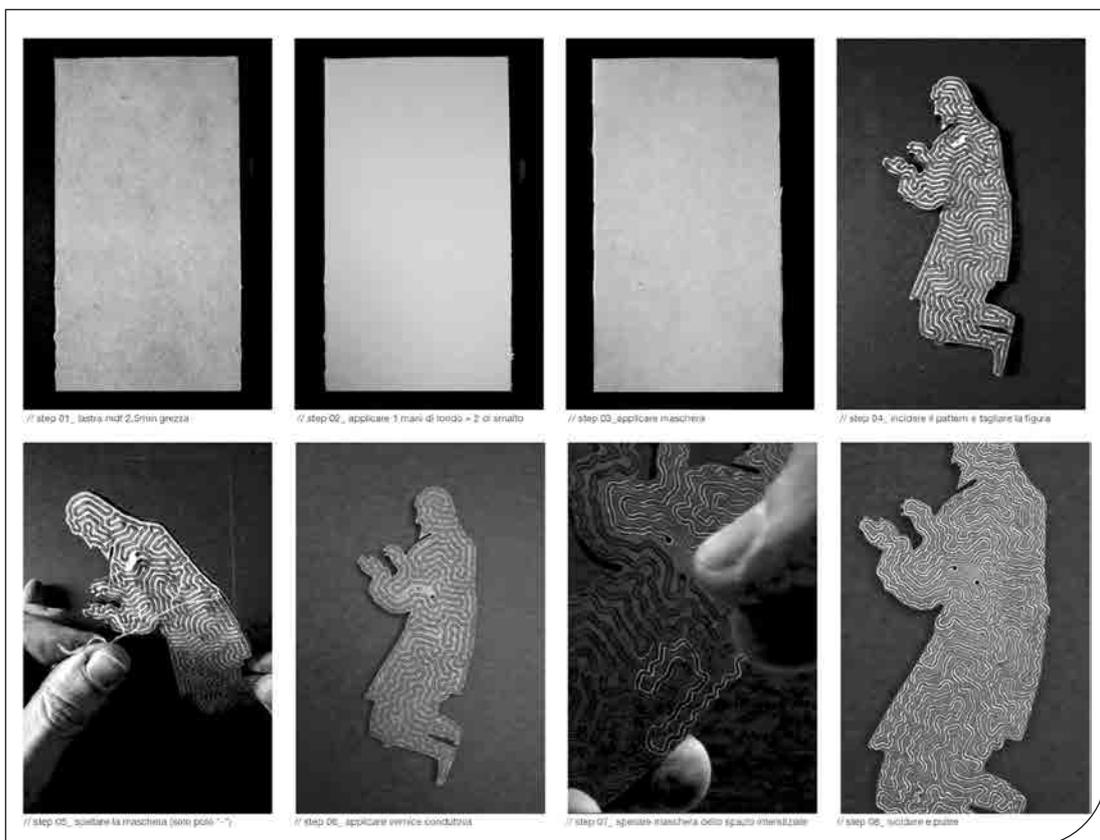


Fig. 5. Processo di realizzazione delle piste e superfici conduttive (per gentile concessione di ALO s.r.l.).

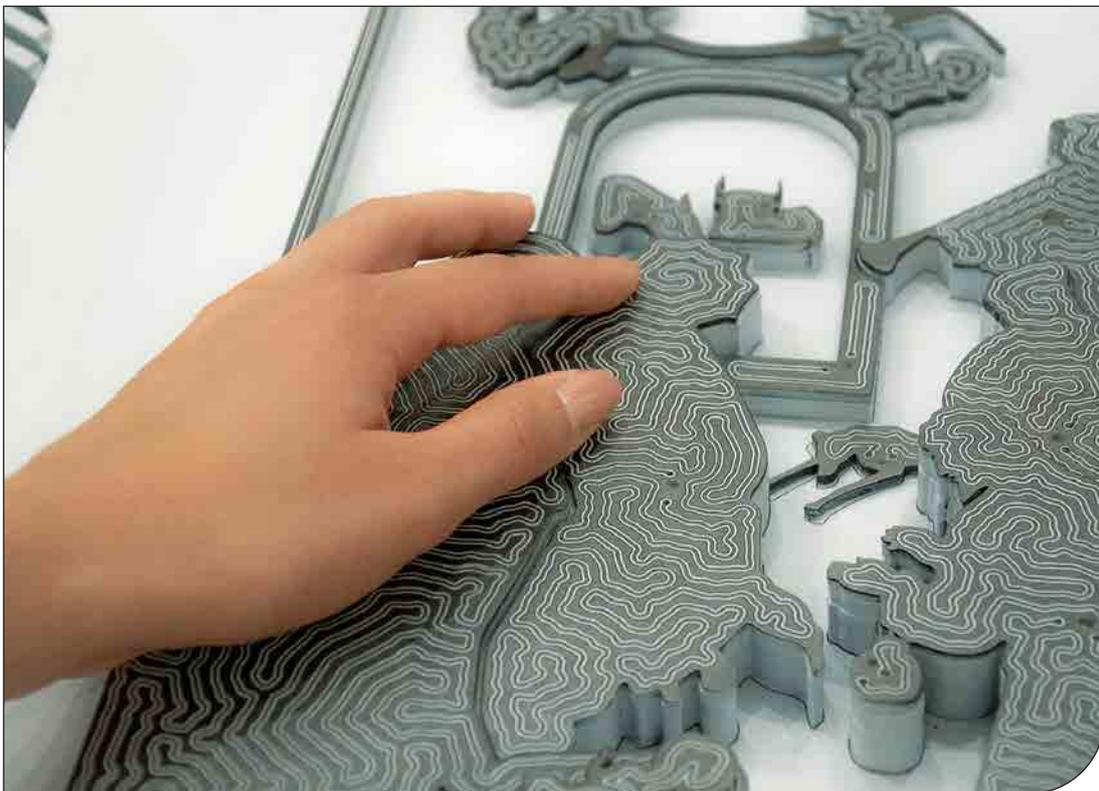


Fig. 6. Un momento di esplorazione della tavola tattile interattiva.

libreria Google per il riconoscimento vocale, Google Speech API, e per la sintesi vocale. Il software può essere integrato in siti web o altre applicazioni.

Sistema software per le domande e risposte in linguaggio naturale

Grazie agli studi nel campo del Natural Language Processing (NLP) è stato possibile realizzare il motore conversazionale della guida audio-testuale interattiva; esso ha il compito di far corrispondere la risposta più pertinente alle domande poste dall'utente (Paddeu et al., 2019). Consente inoltre di riconoscere un insieme di sinonimi in modo da rendere la conversazione con la macchina più realistica. La sperimentazione è stata condotta esclusivamente in lingua italiana, pertanto il motore conversazionale è stato configurato per l'Italiano. Per poter permettere al motore conversazionale di rispondere correttamente alle domande "Descrivi Maria" o "Descrivi la Vergine" sono state create delle tavole sinottiche contenenti i sinonimi delle principali figure rappresentate nelle opere. In particolare, la tavola dei sinonimi che indica la figura di Maria, che è rappresentata in tutte e tre le tavole, è stata curata con particolare attenzione al fine di fornire al visitatore un'esperienza naturale di conversazione. Particolare attenzione è stata prestata anche per la tavola sinottica dell'Arcangelo Gabriele.

TEST E CONCLUSIONI

I prototipi del progetto sono stati sviluppati e sperimentati in collaborazione con musei e associazioni di persone con disabilità sensoriali; la tavola tattile interattiva è stata sperimentata presso la Pinacoteca Nazionale di Cagliari, mentre i plastici interattivi che riproducono le aree archeologiche di Villanovaforru e di Serri rispettivamente nel Museo Civico "Genna Maria" di Villanovaforru e al Museo Archeologico Nazionale di Cagliari.

Complessivamente hanno partecipato alla sperimentazione 115 utenti. Il campione è composto sia da normali visitatori dei musei sia da persone espressamente invitate. Abbiamo ottenuto un feedback positivo che mostra una soddisfazione complessiva dell'80%.

Le principali osservazioni che ci sono state indicate vertono sulla velocità di permanenza del testo sullo schermo e sul miglioramento delle funzionalità per le persone sorde.

RINGRAZIAMENTI

Ringraziamo la Direzione Regionale Musei Sardegna e la Pinacoteca Nazionale di Cagliari per aver concesso l'uso delle immagini del retablo riprodotto

nella tavola tattile interattiva. Si ringrazia inoltre ALO s.r.l., studio di architettura, per la collaborazione e la gentile concessione delle immagini.

Il progetto "Over the View" è finanziato dai fondi POR FESR 2014/2020, Asse prioritario I "Ricerca scientifica, sviluppo tecnologico e innovazione".

BIBLIOGRAFIA

BANON S., 2013. *Elasticsearch* (<https://www.elastic.co/products/elasticsearch>).

D'AGNANO F., BALLETTI C., GUERRA F., VERNIER P., 2015. Tooteko: A case study of augmented reality for an accessible cultural heritage. *Digitalization, 3D printing and sensor for an audio-tactile experience. The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, XL-5/W4*: 207-213.

HOOPER-GREENHILL E., 1994. *Museums and their visitors*. Routledge, Abingdon, 224 pp.

MARTINS C., 2012. *Museum audio guides as an accessibility enhancer*. In: Álvarez de Morales C., Limbach C., Olalla Luque M., *Accesibilidad en la nueva era de las comunicaciones Profesionales y universidad: un diálogo imprescindible*. Tragacanto, Granada (ISBN 978-84-936-7809-8), pp. 101-115.

MIGLIETTA A., 2017. Il museo accessibile: barriere, azioni e riflessioni. *Museologia scientifica, n.s.*, 44: 11-30.

NEUMÜLLER M., REICHINGER A., RIST F., KERN C., 2014. *3D Printing for Cultural Heritage: Preservation, Accessibility, Research and Education*. In: Ioannides M., Quak E. (eds.), *3D Research Challenges in Cultural Heritage*. Lecture Notes in Computer Science, 8355. Springer, Berlin, Heidelberg.

PADDEU G., DEVOLA A., FERRERO A., PINTORI A., 2019. *Interactive Audio-text Guide for Museum Accessibility*. In: *Proceedings of the 18th International Conference on WWW/Internet 2019*, pp. 186-188.

PADDEU G., MAMELI A., FERRERO A., PINTORI A., DEVOLA A., 2020. Over the View: verso la progettazione universale per una cultura accessibile. In: Capasso L., Monza F., Antonietta Di Fabrizio A., Falchetti E. (a cura di), *Atti del XXIX Congresso ANMS, L'accessibilità nei musei. Limiti, risorse e strategie*. Chieti 23-25 ottobre 2019. *Museologia Scientifica Memorie*, 21: 16-20.

SECCHI L., 2010. *Le metodologie dell'esplorazione tattile* (<http://www.sed.beniculturali.it/index.php?it/184/le-metodologie-dellesplorazione-tattile-per-una-conoscenza-delle-forme-della-rappresentazione-ed-estensione-di-senso-dell-aptica>).

Submitted: August 3rd, 2020 - Accepted: October 6th, 2020
Published: December 11th, 2020